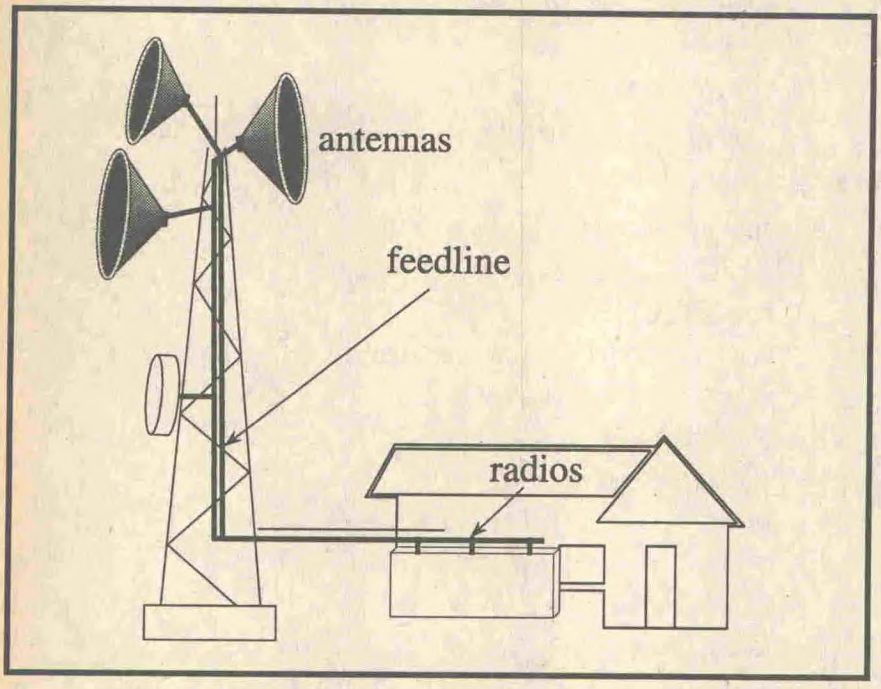
สมชาย จิตตปาลกุล

ระบบสายอากาศ (Antenna System)



เมื่อแหล่งของความผิดพลาดหรือปัญหาในระบบสื่อสารไม่ดี เหล่านี้ทำให้ความผิดพลาดสะสมมากขึ้น

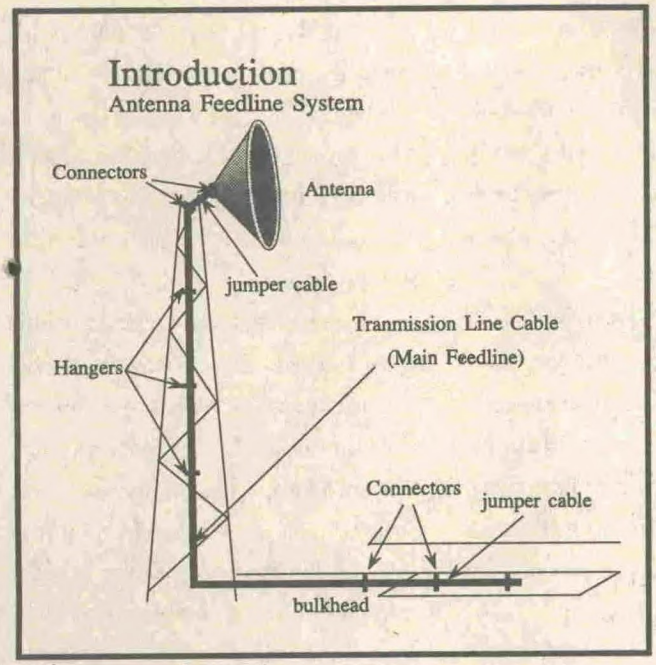
จากรูปที่ท่านเห็นข้างต้น แสดงถึงส่วนฮาร์ดแวร์สำหรับคลื่นวิทยุของ cell site ระบบสายอากาศ ได้แก่ส่วนที่อยู่เหนือ port ที่ใช้รับส่ง (radios) ขึ้นไป ตลอดจนถึง antennas และส่วนประกอบที่อยู่ระหว่าง antenna และ radio port คือ "antenna feedline system" การตรวจวัดคุณภาพขององค์ประกอบเหล่านี้มีความสำคัญมากในระบบสื่อสารทุกวันนี้ เป็นต้นว่า การลดทอนของสายส่ง (transmission lines) ตลอดทั้ง insertion loss ของ combiner เมื่อพิจารณาถึงความสูญเสีย (loss) ที่เกิดขึ้นในส่วนของการส่งคลื่นของระบบสายอากาศแล้ว ถ้ามีความบกพร่องหรือชำรุดของ feedline จะเกิดผลกระทบกับคุณภาพของ transmission ของระบบทั้งหมดอย่างรุนแรงได้

โครงสร้างของระบบ antenna ประกอบด้วย feedline ที่เป็นตัวหลักและ jumper cables (Coaxial หรือ Waveguide), Connectors หรือ flanges (ตัวยึด), hangers และ antenna

แหล่งของความผิดพลาดหรือปัญหาในระบบสื่อสารส่วนใหญ่มาจากตัว feedline ดังนี้คือ transmission line ต้องสัมผัสกับสภาพอากาศทุกชนิด ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายได้ทางเชิงกล (Stress) ฟ้าผ่า ความชื้น และบรรยากาศที่ทำให้สายส่งเกิดการสึกหรอผุกร่อน หรือเกิดจากคนที่มีเวลาว่างมากไป จากสาเหตุเหล่านี้ก่อให้เกิดผลที่คล้ายกัน คือเกิดรูขึ้น คล้ายรูกระสุนปืนในสายเคเบิลหรือ antenna ปัญหาอื่น ๆ ที่พบบ่อย ๆ ใน feedline หรือ antenna ได้แก่ความไม่ต่อเนื่องอันเนื่องมาจากจุดเชื่อมต่อได้รับความเสียหาย หรือตัวยึดบิดงอ รวมทั้งสายเคเบิลที่ถูกบีบอัดมาก อันเนื่องมาจากการรัด Cable กับ Hanger แน่นมากไป Connectors เป็นส่วนสำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหาได้ เพราะความชื้นมักจะขังตัวอยู่ในตัวมัน Connectors ที่มีคุณภาพต่ำ การเชื่อมต่อ Connector ไม่ดี Connector ผุกร่อนและการขันให้แน่นหรือคลายให้หลวมของ Connector ที่ไม่ถูกต้องเหมาะสม ล้วนก่อให้เกิดความผิดพลาดตามมาได้ เมื่อเวลาผ่านไปมากขึ้น สภาพไม่ดีเหล่านี้ทำให้ความผิดพลาดสะสมมากขึ้น ในระบบไร้สายเป็นการยากที่จะค้นพบปัญหาต่าง ๆ เหล่านี้ ถึงแม้จะพบก็มักอยู่ในที่สูง ๆ บน tower แต่ปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่ใช้ test ที่จะตรวจพบปัญหาเหล่านี้ได้ง่ายและไม่ต้องปีนขึ้นไปตรวจวัดบนที่สูง ๆ การตรวจวัดระบบ antenna feedline มี 3 ประเภท คือ

1. ก่อนการติดตั้ง cell site (Incoming inspection) โดยตรวจวัดค่า return loss, characteristic impedance และ velocity factor

2. ตอนติดตั้ง cell site installation ตรวจวัดระบบ antanna อย่างสมบูรณ์ เพื่อให้ใช้งานได้โดยไม่มีปัญหา โดยในระหว่างประกอบชิ้นส่วนของระบบ antanna จะมีการตรวจวัดค่า feedline system return loss หลาย ๆ ครั้ง และเมื่อประกอบเสร็จจะมีการตรวจวัด



รูปที่ 1 แสดงถึง Antenna feedline

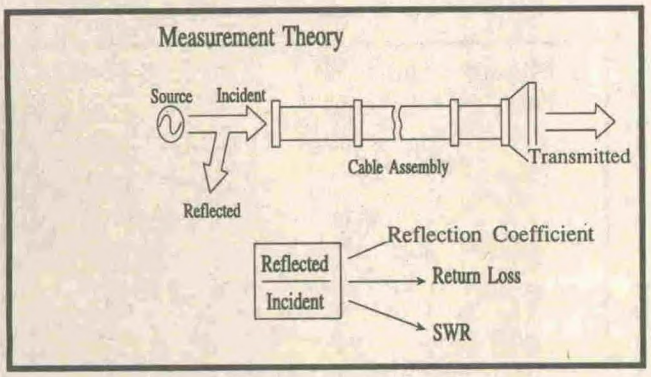
Introduction
Installation & Maintenance Planning

Incoming Inspection	(date/time) Limit/Spec	Test result
Cable attn @900MHz (dB/100ft)	7.6	
Cable characteristics:		
Characteristic impedance	50 ohms	
Velocity factor	66%	

Installation	(date/time) Limit/Spec	Test result
System insertion loss (dB)	4	
Cable attenuation (dB/100ft)	8	
System return loss (dB)	15	
Cable length (ft)	-	
Connector return loss (dB)	20	
Antenna return loss (dB)	14	

Maintenace		(date/tune)	(date/time)
	Pass/fail limit	Test result	Test result
System reture loss (dB)	15		
Connector RL (dB)	20		

ตารางที่ 1



รูปที่ 2

ค่าต่าง ๆ ได้แก่ insertion loss, feedline system return loss (SWR), fault location และความยาวของ cable สำหรับค่า antanna return loss จะเป็นพารามิเตอร์สำคัญในการบอกถึงคุณลักษณะของตัว antanna คุณสมบัติที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของ antenna คือคุณลักษณะของการกระจายคลื่นซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งคุณสมบัติที่ตรวจวัดหลาย ๆ อย่างของระบบ antenna โดยรวมจะเป็นตัวบ่งบอกที่ดีว่า รูปแบบการกระจายคลื่นของ antenna เปลี่ยนไปหรือไม่ ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วัดได้ในตอนติดตั้งนี้ถือเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ต้องเก็บไว้เปรียบเทียบกับข้อมูลหลังจากใช้งานแล้วต่อไป

3. หลังการติดตั้งเป็นการบำรุงรักษาโดยมากกระทำทุก ๆ 6 เดือน ค่าที่ตรวจวัดได้แก่ feedline system return loss (SWR) และ fault location ซึ่ง 2 ค่านี้ครอบคลุมสภาพโดยรวมของ antenna feedline system

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการตรวจวัด

สายส่ง (transmisstion line) หรือ antenna ที่มีปัญหา (fault) จะสะท้อน power ที่ถูกส่งออกไปกลับคืนมาที่แหล่งจ่าย การวัดค่าสะท้อนเหล่านี้ทำให้รู้ถึงคุณภาพของ transmission feedline system ซึ่งเรียกว่า ส.ป.ส. การสะท้อน (reflection coefficient) หรือ return loss หรือ SWR (Standing Wave Radio) พิจารณาจากรูปที่ 2 แหล่งกำเนิดคลื่น (source) ส่งคลื่นตกกระทบ (incident wave) เข้าไปในสาย cable และวัดสัญญาณที่สะท้อนออกมา (Reflected wave) ทำให้เรารู้ถึงคุณลักษณะของการสะท้อนของ feedline system

ตามรูปที่ 3 จาก Frequency Domain เราใช้วัด power, insertion loss, return loss, จาก Time Domain เราใช้วัดตำแหน่งของ cable ที่เสีย (fault location) และรู้ถึงค่าความต้านทาน (impedance) ซึ่งจะบ่งบอกถึงสภาพของสาย cable ได้ เช่น ถ้า impedance สูง ๆ จะหมายถึง fault มีลักษณะขาดตอนหรือช่องว่าง ได้แก่ มีรูในสาย cable หรือ connector หลวม ในกรณีที่ impedance มีค่าต่ำ ๆ จะบ่งบอกว่าสาย cable สั้นหรือ cable ถูกกดอัดโค้งงอ

ข้อมูลที่ได้จาก Time Domain และ Frequency Domain จะทำให้ได้คุณลักษณะของระบบที่มีความถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น

ระบบสายอากาศ
(Antenna System)

สภาพความต้านทานและปัจจัยความเร็วเป็นสเปคของแต่ละสาย cable ซึ่งจะทำการตรวจวัดก่อนที่จะติดตั้งสาย cable ที่ cell site สภาพความต้านทานของ cable ขึ้นกับชนิดของ material (dielectric constant) และเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำใน cable Vp จากรูปที่ 4 คือ propagation velocity เป็นความเร็วของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่วิ่งในสายส่ง มีค่า = K, C โดย K คือ Velocity factor และ C คือความเร็วแสงในสูญญากาศ

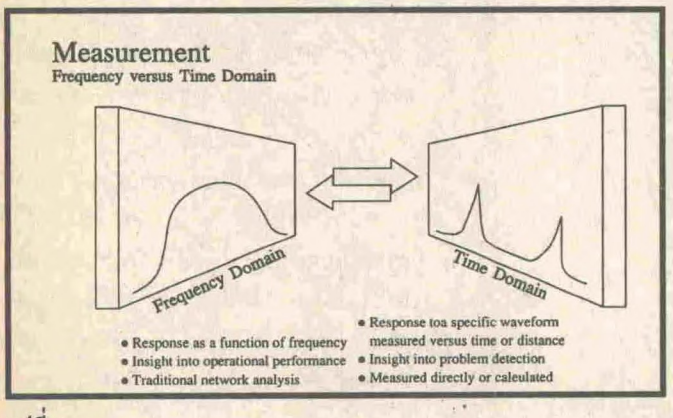
การหาค่า insertion loss จะต้องปิดปลายอีกด้านหนึ่งด้วยวัสดุที่มีคุณภาพสูงเพื่อให้เกิดการสะท้อนกลับหมด 100% และวัดค่าที่สะท้อนออกมาทำให้รู้ค่า return loss และเมื่อหารด้วย 2 ก็คือค่า insertion loss เพราะค่านี้เป็นค่าสูญเสียในขณะที่คลื่นวิ่งในสายส่ง

ความยาวของ cable เป็นอีกค่าหนึ่งที่ต้องรู้เพื่อจะได้ใช้พิจารณาว่าค่า return loss สมเหตุสมผลกับความยาวดังกล่าวหรือไม่ค่า Return loss และ SWR หรือรู้กัน VSWR (Voltage Standing Wave Ratio) จะเรียกว่าเป็นค่าที่สำคัญที่สุดก็ว่าได้ของระบบ antenna feedline ดังรูป 5

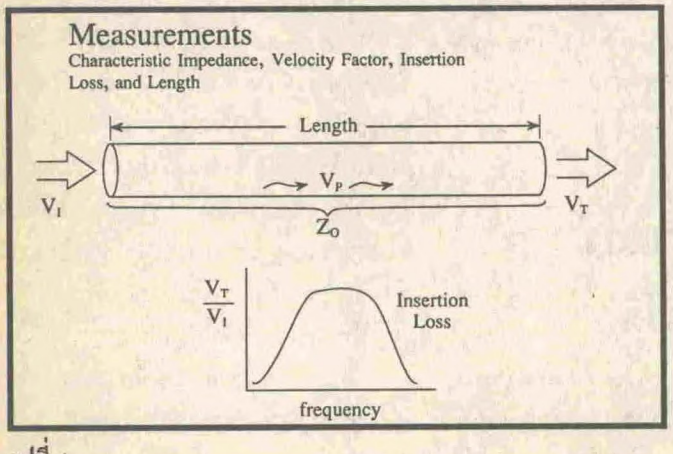
ดังที่กล่าวมาแล้วว่าขณะที่คลื่นวิ่งไปในสายส่งถ้า impedance ของสายส่งมีการเปลี่ยนแปลง (มีรูใน cable หรือ connector หลวม) ทำให้มีคลื่นบางส่วนสะท้อนกลับ ซึ่งอัตราส่วนของแรงดันคลื่นสะท้อนกลับต่อเมื่อคลื่นตกกระทบ คือค่า Reflection coefficient (ซึ่งตัวนี้เป็น complex number ที่มีทั้ง amplitude (p) และ phase (o)

ส่วน Return loss และ SWR จะนำค่าเฉพาะ amplitude (P) มาคำนวณเท่านั้น และค่า SWR จะมีค่าอยู่ระหว่าง 1 กับ infinity ค่า SWR ยิ่งน้อยยิ่งดีและถ้า SWR = 1 แสดงว่าสาย Cable และรอยเชื่อมต่อมีความสมบูรณ์แบบไม่มีปัญหาเรื่องรูใน cable หรือความหลวมของ connector

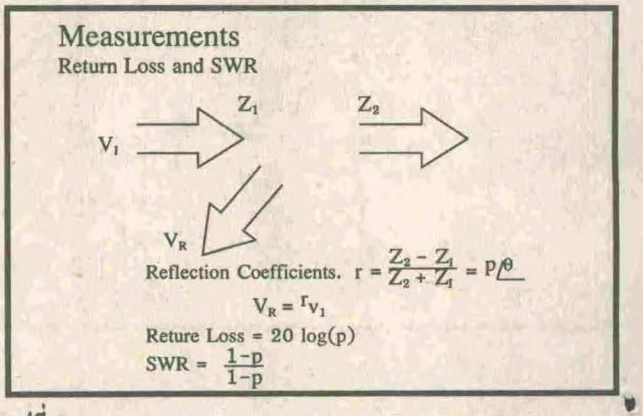
ก่อนที่จะประกอบควรจะตรวจวัดค่า return loss ของ cable (jumper และ main feedline) และในระหว่างที่ประกอบ หลังจากที่ใส่ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นควรตรวจวัดค่า return loss หรือ SWR ทุกครั้งและหลังจากติดตั้งเสร็จให้ทำการวัดค่า return loss หรือ SWR ของระบบ feedline ทั้งหมด และเก็บค่าที่วัดได้เป็นมาตรฐานอ้างอิงสำหรับการ maintenace ต่อไป



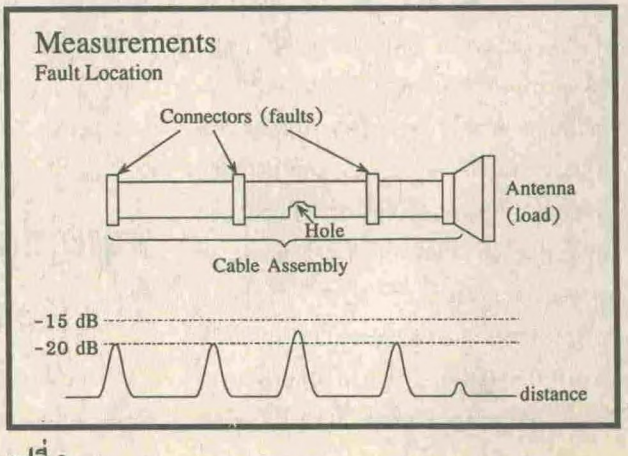
รูปที่ 3



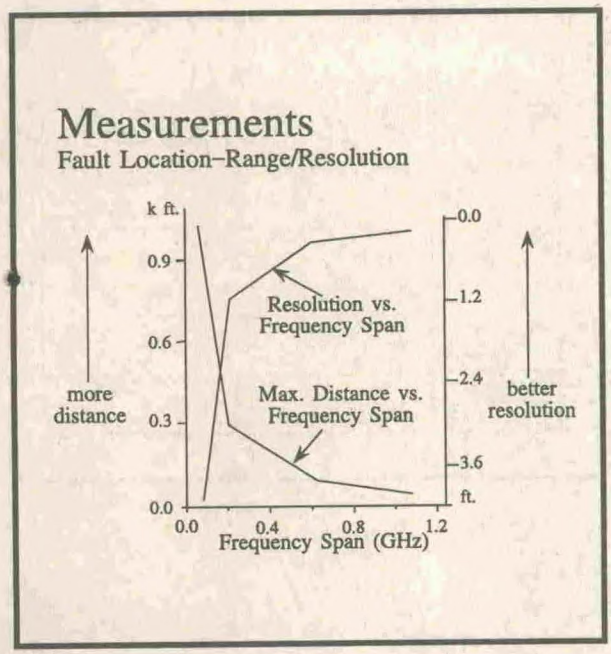
รูปที่ 4



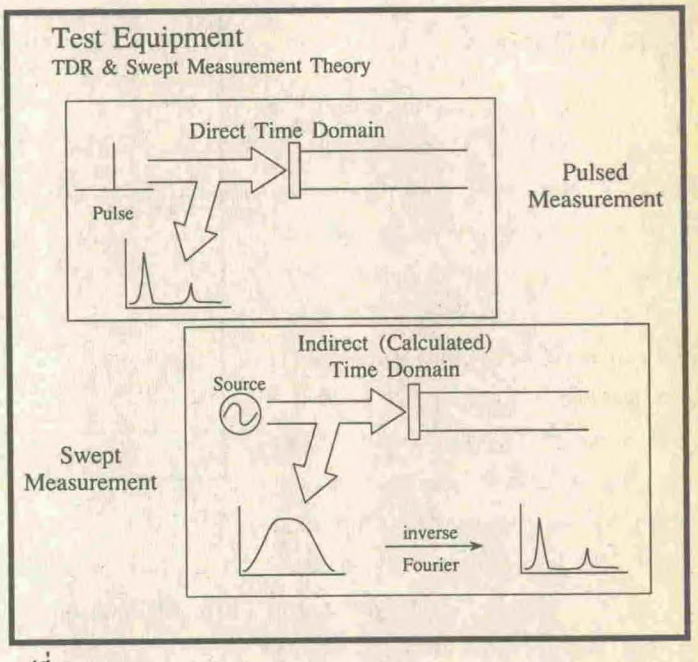
รูปที่ 5



รูปที่ 6



รูปที่ 7



รูปที่ 8

การ test อีกอันหนึ่งที่มีประโยชน์มาก ทั้งในช่วงติดตั้ง และการ maintenance ของระบบ antenna feedline คือ fault location หาตำแหน่งที่มีปัญหา

จากรูป 6 แสดงถึง power ที่สะท้อนออกมาเมื่อเทียบกับระยะทางตามสาย cable ตำแหน่ง connector จะมี power สะท้อนออกมาบางส่วนแสดงว่าต้องปรับให้หลวมหรือแน่นขึ้น และตำแหน่งเสียที่มีรู จะให้ power สะท้อนออกมามากขึ้น นอกจากจะรู้ตำแหน่งที่เสียแล้ว ยังรู้ว่าเสียหายมากน้อยเพียงใดด้วยโดยดูจากขนาดความสูงของ power ถ้ามากแสดงว่าเสียหายมากหรือรูใหญ่มาก

จากรูปที่ 7 พอจะสรุปความได้ว่าในการวัดค่า Fault location มีขีดจำกัดในเรื่องความยาวของ cable ที่จะใช้วัด ถ้าส่วน cable ยาวมากขึ้นความถูกต้องของค่าที่วัดได้จะน้อยลงตามค่า Resolution ที่เพิ่มขึ้น (ยิ่ง Resolution ยิ่งมากยิ่งไม่ดี) ในระบบ cellular หรือ pcs ความยาวของ feedline ประมาณ 50 ถึง 500 ฟุต ซึ่งมี connector หรือ hanger อยู่ห่างกัน 10 ถึง 20 ฟุต ต้องใช้ frequency span ประมาณ 100 ถึง 200 MHz จะพอเพียงสำหรับการวัดที่ความยาวนี้และมีค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดประมาณ 4 ฟุต

ความผิดพลาดในการวัด สาเหตุจาก

1. อุปกรณ์ในการวัดมีคุณภาพต่ำ เช่น อุปกรณ์ที่ใช้แยกคลื่นตกกระทบ และคลื่นสะท้อนมีคุณภาพไม่ดี

2. ความคงเส้นคงวาในการวัดแต่ละครั้ง ถ้ามีความสม่ำเสมอจริง ภายใต้สภาวะต่าง ๆ เหมือนกันค่าที่ได้แต่ละครั้ง ควรเท่ากันตลอด

3. สัญญาณรบกวนหรือสัญญาณแปลกปลอมที่รับเข้ามาโดย antenna ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ

3.1 random noise ได้แก่ สภาพอากาศ อุณหภูมิ

3.2 non-random noise ได้แก่ สัญญาณจากภายนอกที่รับได้โดย antenna

เครื่องมือวัด

TDR ทำงานคล้าย Radar พัลส์ของสัญญาณไฟตรงถูกส่งไปยัง Transmission line และจะจับเวลาที่มีคลื่นสะท้อนกลับมา นี่คือตัวอย่างของการวัดแบบ direct time domain เมื่อพัลส์ที่วิ่งเข้าไปเจอ fault หรือจุดบกพร่องต่าง ๆ (discontinuity) จะให้คลื่นสะท้อนออกมา และเวลากว่าที่คลื่นจะสะท้อนออกมาเมื่อเปรียบเทียบกับพัลส์ที่ตกกระทบ จะบ่งบอกถึงขนาดความเสียหายของ fault และรูปร่างของพัลส์จะบอกถึงชนิดของ fault

spectrum analyzer with tracking generator (SAW/TG) อุปกรณ์ชนิดนี้วัดคลื่นสะท้อนออกมาในเชิงความถี่ (frequent domain) แล้วจึงเปลี่ยนข้อมูลเป็นเชิงเวลา (time domain) โดยใช้ inverse furier transform หรือเรียกว่า indirect time domain measurement กล่าวคือ คลื่นที่สะท้อนออกมามิได้เทียบกับแกนเวลาโดยตรงนั่นเอง

ข้อดีของ TDR คือ มีราคาถูกและเครื่องเล็กกว่า แต่มีข้อจำกัดหลายอย่างคือ

1. มี fault บางตัวที่ไม่ทำให้พัลส์ไฟตรงสะท้อนได้

2. ไม่มีความสามารถในการป้องกันสัญญาณรบกวนอื่น ๆ ที่อาจทำให้ค่าที่วัดได้ผิดพลาด ทั้งนี้เพราะใช้ broadband diode เป็นตัวตรวจจับสัญญาณ

3. ความถูกต้องแม่นยำในการวัดมีต่ำ

4. มีความละเอียดต่ำในการตรวจเจอ fault ที่เสียเพียงเล็กน้อย (poor sensitivity)

การวัดแบบ Swept

มีข้อดีมากกว่า TDR เช่น มีความถูกต้องแม่นยำและละเอียดมากกว่ามีความสมบูรณ์แบบมากกว่า มี 2 ชนิด คือ แบบ Scalar และ Vector ความแตกต่างที่เป็นพื้นฐานคือ แบบ Scalar จะให้ข้อมูลที่เป็นค่า amplitude เท่านั้น แต่แบบ Vector ให้ข้อมูลเฟสด้วยความแตกต่างอีกประการหนึ่งที่ส่งผลให้แบบ vector ดีกว่า คือ แบบ vector ใช้ tuned receiver ในขณะที่แบบ scalar ใช้ broadband diode detector เช่นเดียวกับ TDR ทำให้แบบ vector สามารถแยกแยะสัญญาณจริงออกจากสัญญาณรบกวนภายนอกได้ ทั้งนี้ประโยชน์อีกประการหนึ่งของระบบ Vector คือสามารถวัดทั้งค่าขนาดและมุมเฟสของ RF error ได้ ดังนั้นโดยทางคณิตศาสตร์ error เหล่านี้จะถูกขจัดออกไปได้ส่งผลให้ข้อมูลที่ได้มีความถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

Test Equipment
General Comparisons

	TDR	SAw/TG	Scalar NA	Vector NA
Test capabilities:				
Insertion loss		✓	✓	✓
Return loss	★	✓	✓	✓
Fault location	✓	✓	✓	✓
Cable Length	✓	✓	✓	✓
Characteristic impedance				✓
Accoracy	low	medium	medium	high
sensitivity	poor	poor-good	poor-good	excellent
Interference rejection	poor	poor	poor	excellent
Cost	low	medium	medium	med-high

* versus distance, not frequency

ตารางที่ 2

เทคนิคการกู้ข้อมูลบนดิสก์ 3.5 นิ้ว

ข้อมูลที่สำคัญบางอย่างที่เราเก็บไว้บนแผ่นฟลอปปีดิสก์ ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใด ๆ ที่ทำให้ข้อมูลที่สำคัญเหล่านั้นล้วนอันตรธานไปสิ้น หลังจากที่เกิดเหตุการณ์ไม่คาดฝันขึ้นเนื้อที่จัดเก็บข้อมูลบนดิสก์ ไม่ว่าจะมีสาเหตุมาจาก **โดนสัมผัสจนเป็นรอยนิ้วมือ โดนฝุ่นละอองเล่นงาน หรือน้ำ** โดยที่คุณไม่สามารถใช้โปรแกรมจำพวก Scandisk หรือ Norton Disk Doctor เข้าไปจัดการแก้ไขมันได้ แต่คุณก็อย่าพึ่งสิ้นหวัง เพราะสามารถแก้ไขตามขั้นตอนต่อไปนี้ครับ

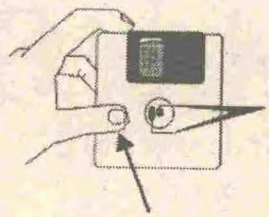
1. ก่อนอื่นต้องทดสอบแผ่นดิสก์ว่าสามารถจัดเก็บข้อมูลบางส่วนที่ยังคงเหลือ ให้ย้ายไปเก็บที่อื่นได้หรือไม่ ถ้าหากแผ่นเสียจนไม่สามารถทราบสถานะของแผ่นได้ ก็ข้ามขั้นตอนนี้ได้เลย

2. เลื่อนแผ่นป้องกันจุดอ่านของแผ่นดิสก์ให้เปิดออก แล้วใช้น้ำยาล้างหัวเทปฉีดหรือหยดลงไป (แนะนำให้ใช้แบบฉีด ซึ่งมีคุณภาพดีกว่า) ห้ามใช้วิธีเช็ดบนดิสก์ตรงช่องที่เปิดนั้นทั้งสองด้าน

3. ใช้เหล็กคีบตรึงแกนหมุน (หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้แทนได้) ใช้มืออีกข้างบีบแผ่นเบา ๆ แล้วทำการหมุนเหล็กคีบไปจนครบรอบ

4. ทำข้อ 2 และ 3 ซ้ำอีก 3-4 ครั้ง แล้วทิ้งไว้ให้แห้งในที่สะอาด

หมายเหตุ เทคนิคนี้ใช้ไม่ได้กับแผ่นที่เสียจากกรณีอื่น ๆ เช่น ถูกแม่เหล็ก ความร้อน หรือถูกขีดข่วน เป็นต้น



ออกแรงกดเบา ๆ

นายนรเศรษฐ์ ทองคำ
74 ไฟฟ้าอิเล็คทรอนิกส์ ถ.ราษฎร์เจริญ
ต. ดูน อ. กันทรารมณ์
จ. ศรีสะเกษ 33130

เจ้าของเทคนิคจะได้รับโปรแกรม Thaisoft Dictionary v2.0
จำนวน 1 ชุด มูลค่า 1,485 บาท